



## As representações visuais na construção do conhecimento científico em sala de aula Visual representations in the construction of scientific knowledge in the classroom

**Elisa Saraiva**

Agrupamento de Escolas D. Maria II, Vila Nova de Famalicão, Portugal  
elisasaraiva6@gmail.com

**J. Bernardino Lopes**

Departamento de Física, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal  
Centro de Investigação "Didática e Tecnologia na Formação de Formadores" (CIDTFF), Aveiro, Portugal  
blopes@utad.pt

**J. Paulo. Cravino**

Departamento de Física, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal  
Centro de Investigação "Didática e Tecnologia na Formação de Formadores" (CIDTFF), Aveiro, Portugal  
jcravino@utad.pt

### Resumo:

Neste artigo pretendemos explicitar o papel desempenhado pela representação visual na construção do conhecimento científico na sala de aula e a sua influência no desenvolvimento das práticas epistémicas dos alunos. Com este trabalho procuramos alcançar a compreensão acerca do modo como as práticas de mediação do professor determinam (ou não) o uso da representação visual com estatuto de mediador epistémico e como estas contribuem para promover e sustentar o trabalho epistémico dos alunos na sala de aula. Para tal desenvolvemos um estudo de casos múltiplos, envolvendo cinco professores, durante o qual procedemos à análise de conteúdo das narrações multimodais correspondentes às aulas por eles lecionadas.

**Palavras-chave:** Representação visual; Práticas Epistémicas; Envolvimento dos Alunos; Mediadores epistémicos; Mediação do professor.

### Resumen:

En esta artículo pretendemos explicitar el papel desempeñado por la representación visual en la construcción del conocimiento científico en el aula y su influencia en el desarrollo de las prácticas epistémicas de los alumnos. Con este trabajo buscamos alcanzar la comprensión acerca del modo en que las prácticas de mediación del profesor determinan (o no) el uso de la representación visual con estatuto de mediador epistémico y cómo éstas contribuyen a promover y sostener el trabajo epistémico de los alumnos en el aula. Para ello desarrollamos un estudio de casos múltiples, involucrando a cinco profesores, durante el cual procedemos al análisis de contenido de las narraciones multimodales correspondientes a las clases por ellos enseñadas..



**Palabras claves:** Representación visual; Prácticas Epistémicas; Participación de los alumnos; Medidores epistémicos; Mediación del profesor I.

## Abstract:

In this paper we intend to highlight the role played by visual representation in the construction of scientific knowledge in the classroom and its influence on the development of students' epistemic practices. With this work we try to reach an understanding about how the teacher's mediation practices determine (or not) the use of visual representation as an epistemic mediator and how they contribute to promote and sustain the epistemic work of students in the classroom. To this end, we developed a multiple case study involving five teachers, during which we proceeded to the content analysis of the multimodal narratives corresponding to the classes they taught.

**Keywords:** Visual representation; Epistemic Practices; Student Involvement; Epistemic mediators; Teacher's Mediation.

## Introdução

As representações visuais não são artefactos “neutros” usados para apenas representar os aspetos visíveis de um dado sistema ou dos elementos que o constituem, uma vez que outros elementos, mesmo que não imediatamente acessíveis, podem contribuir para estabelecer relações e alcançar compreensões conceptuais (Gelfert, 2016). Tais elementos podem apenas tornar-se acessíveis através do trabalho e da “manipulação” de uma dada representação visual, isto é, da sua reconfiguração por recurso a diversas operações (e.g., manipulação de variáveis, mudança de escala, formato de representação, etc.). Através destas operações é possível alcançar novas abordagens, perspetivas e compreensões acerca do conhecimento. A manipulação permite a construção de conhecimento e potencia dinâmicas de interação com os objetos epistémicos, isto é, com os elementos e estruturas representados ou mesmo outros não diretamente acessíveis mas tornados “visíveis” através das operações realizadas. As representações visuais podem assumir o estatuto de mediadores epistémicos, se tivermos em conta as ações e operações que é possível realizar com elas ao nível da mudança de formato ou registo semiótico, de escala, de nível de representação (microscópico, macroscópica ou simbólico), de perspetiva de observação (accedendo a novos elementos não anteriormente perceptíveis ao nível sensorial) ou mesmo ao nível do grau de abstração.

As representações visuais são, por um lado, artefactos mediadores entre a teoria e os objetos que elas representam, mas também encerram em si a possibilidade de serem mediadores da construção de mais conhecimento, que pode estar para além dos elementos ali explicitamente representados. Podemos, por isso, considerar as representações visuais como mediadores epistémicos, uma vez que elas permitem outras ações além da interpretação das linguagens e códigos presentes e representados.



Enquanto mediadores epistémicos, as representações visuais permitem construir e aceder a conhecimento, que pode estar para além do representado, necessitando para tal que sobre elas se realizem ações e operações, que mobilizem não apenas o seu valor simbólico, mas também o seu valor operacional (Gouanelle & Schneeberger, 1996; Mottet, 1996; Wilson, 2013; Wu & Puntambekar, 2012). O potencial das representações visuais para desempenharem as funções de mediadores epistémicos assenta muito mais na sua produtividade, do que nas suas características enquanto produto (Knuuttila, 2005, p. 69). Dito de outra forma, o seu potencial para assumirem o estatuto de mediadores epistémicos não depende das características da representação visual de per si ou do formato em que é apresentada, mas antes daquilo que ela permite fazer para construir conhecimento.

A definição do estatuto que as representações visuais podem desempenhar enquanto mediadores epistémicos, assenta no papel da manipulação e da ação, na medida em que: (a) sendo artefactos materiais e tangíveis, através da sua manipulação alcança-se uma compreensão de estruturas que de outro modo se tornariam demasiado abstratas; (b) a ação e manipulação das representações visuais permite alcançar conhecimento não imediatamente disponível na representação em causa; (c) através das ações e manipulações de uma dada representação visual é possível alterar a perspetiva de observação dos sujeitos, acedendo a informação tátil e visual que de outra forma estaria indisponível; (d) através da ação com as representações visuais é possível estruturar aspetos que permitem uma melhor organização das tarefas e dos percursos investigativos a seguir.

## Problema de investigação

Todas as representações visuais, independentemente do seu formato, grau abstração ou forma de apresentação, podem ser usadas como mediadores epistémicos e permitem realizar manipulações simbólicas e materiais para alcançar conhecimento, mesmo o não imediatamente disponível na representação em causa, aceder a elementos e estruturas mais abstratos, alterar a perspetiva de observação dos sujeitos, aceder a informação tátil e visual que de outra forma estaria indisponível ou estruturar aspetos que permitem uma melhor organização das tarefas e dos percursos investigativos a seguir. No entanto, para que os alunos possam usar as representações visuais, trabalhando e usando-as em “modo epistémico” (Lopes, Cravino, & Silva, 2010, p. 73), o professor deve assegurar que as tarefas que propõe são “boas e efetivas tarefas epistémicas”; deve “promover as interações entre pares” e assegurar que os alunos se envolvem produtivamente nelas, corrigindo esse envolvimento sempre que os alunos mostram sinais de não estarem a persistir na realização das tarefas; deve assegurar uma “boa articulação entre as tarefas e a sua mediação”, tendo em atenção o facto de que na sala de aula o professor assume o papel de “parceiro especial” que promove a ocorrência das práticas epistémicas dos alunos através dos desafios que vai lançando para que estes desenvolvam os seus percursos investigativos, “tendo sempre como referente o objeto epistémico”.

Assim, tendo em conta a importância das ações do professor no uso das representações visuais com estatuto epistémico, em particular na sua dimensão operacional, desenvolvemos este trabalho de investigação procurando alcançar a compreensão acerca do modo como as



práticas de mediação determinam (ou não) o uso da representação visual com estatuto de mediador epistémico e como contribuem para promover e sustentar o trabalho epistémico dos alunos na sala de aula. As nossas questões de investigação foram as seguintes: a) De que modo as práticas de mediação do professor influenciam o estatuto com que são usadas as representações visuais na sala de aula? b) De que modo as práticas de mediação usando representações visuais promovem as práticas epistémicas dos alunos?

## Metodologia

Para identificar e caracterizar ações da mediação do professor que determinam (ou não) o uso da representação visual com estatuto de mediador epistémico (nas dimensões simbólica e/ou operacional), assim como o modo como contribuem para promover e sustentar o trabalho epistémico dos alunos na sala de aula, adotamos uma abordagem qualitativa, interpretativa e compreensiva (Cohen, Manion, & Morrison, 2010, p. 22), recorrendo a um estudo de casos múltiplos (Bogdan & Biklen, 1994, p. 97; Stake, 2013).

Este estudo envolveu cinco professores, a lecionar em escolas públicas portuguesas, todos com uma experiência letiva superior a 15 anos de serviço. Apenas um dos professores envolvidos era do género masculino. Além da experiência letiva, três deles apresentavam um nível de desenvolvimento profissional mais elevado, uma vez que acumulavam experiência de participação em projetos de investigação e, na época, frequentavam um programa doutoral na área da didática das ciências físicas. De um conjunto de quinze aulas foram recolhidos dados que foram posteriormente organizados em narrações multimodais (NM). Todas as NM analisadas possuem a mesma estrutura e têm como foco as ações e linguagens adotadas pelo professor; apresentam, na sua parte inicial, os elementos contextuais relevantes para a compreensão dos acontecimentos nelas narrados de forma objetiva, mas enriquecida pela inclusão de elementos multimodais ou pelas informações a que apenas o professor tem acesso. As NM incluem elementos provenientes de várias fontes de informação (e.g., gravação áudio, cadernos dos alunos, diários do professor, fotografias, fichas de trabalho fornecidas, etc.).

Tabela 1 - Categorias de práticas epistémicas dos alunos

| PE dos alunos                   | Breve definição  |
|---------------------------------|--|
| Observar e descrever            | O aluno usa linguagem científica para relatar as suas observações.   |
| Apresentar ideia mobilizadora   | O aluno sugere uma possível forma de resolução de um problema ou questão mobilizando conhecimento prévio.                                |
| Identificar condições empíricas | Com base nos elementos disponíveis, o aluno identifica as condições em que um dado fenómeno ocorre.                                      |
| Estabelecer relações            | O aluno é capaz de fazer raciocínios ou inferências que lhe permitam relacionar dados, variáveis e/ou conceitos em diferentes situações. |



|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Argumentar                        | O aluno produz afirmações, fundamentadas nos dados disponíveis, acerca da compreensão dos fenómenos.   |
| Interpretar                       | Consegue decifrar o conteúdo dos elementos representados, mesmo que representados de forma parcial.  |
| Organizar informação              | O aluno regista, classifica ou estrutura dados recolhidos.   |
| Manusear factualmente             | O aluno manipula artefactos sem recurso a qualquer conhecimento orientador. Segue apenas as instruções fornecidas pelo professor, mas sem compreender a finalidade.                                    |
| Questionar factualmente           | O aluno formula questões para clarificar termos ou observações relacionados com as condições empíricas de um dado fenómeno.  |
| Manusear conceptualmente          | O aluno manipula equipamento ou artefactos mobilizando conhecimento prévio. Conhece os propósitos ou finalidades das suas ações.   |
| Questionar conceptualmente        | O aluno formula questões mobilizando conhecimento prévio para uma melhor compreensão.  |
| Mudar de formato de representação | O aluno é capaz de se movimentar entre formas mais concretas ou abstratas de representação, independentemente da linguagem utilizada. Compreende igualmente o significado dos elementos representados. |
| Conceptualizar                    | Produz uma representação simbólica de um fenómeno, atendendo ao contexto de uso.   |
| Comunicar de forma não autónoma   | O aluno apresenta ideias ou resultados, mas de acordo com as sugestões ou solicitações do professor.   |
| Fazer previsões                   | Tendo por base o conhecimento lógico é capaz de prever resultados experimentais.   |
| Modelizar                         | Sempre que, no decurso do tempo, o aluno se envolve numa das etapas do percurso de construção de um modelo de um sistema em que se envolve.  |
| Formular hipóteses                | Após considerar os conceitos já incorporados, o aluno expõe as suas suposições ou conjunturas teóricas, baseadas em resultados de experiências ou dados disponíveis.                                   |
| Comunicar de forma autónoma       | O aluno apresenta ideias ou resultados com base nas suas ideias ou entendimentos. Não o faz em resposta direta a uma solicitação do professor.   |
| Avaliar criticamente              | O aluno analisa e emite juízos de valor acerca resultados, ideias ou linguagens usadas, avaliando a plausibilidade das mesmas.   |
| Validar                           | O aluno avalia a validade do conhecimento produzido junto dos colegas e professor.   |

As NM foram submetidas a um processo de análise de conteúdo (Bogdan & Biklen, 1994, pp. 220-239) com o auxílio do software NVivo 8®, nas etapas de codificação e categorização. As categorias, organizadas em sistemas de categorias, não foram definidas previamente. Surgiram como resultado da “classificação analógica e progressiva dos elementos”, tendo



por base evidências relativas a “tópicos presentes nos dados” (Bogdan & Biklen, 1994, p. 221). Para cada categoria, relativa às práticas epistémicas dos alunos, às ações da mediação dos professores e aos usos da representação visual, foi atribuído um nome e uma breve descrição.

O critério adotado para identificar e codificar excertos que continham evidências acerca da ocorrência de práticas epistémicas foi a verificação de que os alunos desenvolviam atividades investigativas, com vista à resolução de um problema ou questão, tendo como referência o contexto da produção científica (Sandoval, 2005; Sandoval & Millwood, 2005). Todas as categorias de práticas epistémicas identificadas constam da tabela 1.

Relativamente às ações da mediação do professor, procurámos identificar e codificar excertos que continham evidências sobre a apresentação das tarefas aos alunos, os contextos selecionados, os recursos fornecidos, os mediadores introduzidos e usados, as linguagens adotadas, o suporte epistémico dado ao aluno, a valorização que foi feita do seu trabalho, a autonomia concedida, entre outras. Identificámos as “ações” e “linguagens” adotadas pelo professor para promover, desenvolver, ampliar ou mesmo inibir as práticas epistémicas dos alunos (Saraiva, Cunha, Santos, Lopes, & Cravino, 2012).

**Tabela 2 - Categorias de ações da mediação do professor**

| <b>Ações do professor</b>             | <b>Breve definição</b>  |
|---------------------------------------|---|
| Dispersão na abordagem                | O professor não se foca num número de situações físicas que possam facilmente ser geridas e operacionalizadas na sala de aula.  |
| “Curto-circuitar” o trabalho do aluno | O professor não permite que os alunos elaborem os seus próprios raciocínios ou resolvam as tarefas sozinhos. Os alunos são apenas “convidados” a realizar procedimentos rotineiros.   |
| Ignorar epistemicamente               | O professor não atende às ideias mobilizadoras apresentadas pelos alunos. Não tem em conta as suas iniciativas ou propostas de resolução de um problema.                              |
| Desvalorizar epistemicamente          | O professor expressa a sua representação epistémica, desvalorizando o potencial da prática epistémica que o aluno acabou de desenvolver.  |
| Apresentar tarefa inadequada para PE  | Há uma tarefa implícita (e.g., solicitar a atenção para um dado assunto) ou uma solicitação explícita de uma atividade, mas esta não requer o desenvolvimento de trabalho epistémico. |
| Apresentar uma tarefa desafio         | O professor propõe uma tarefa que os alunos encaram como um desafio para desenvolver atividades investigativas.   |
| Sintetizar                            | O professor retoma os resultados da prática epistémica do aluno para reforçar as suas compreensões.   |
| Solicitar aspetos adicionais          | O professor solicita aspetos adicionais aos alunos de modo a que estes avancem no seu trabalho ou ajudando-os a clarificar alguns aspetos.  |



|                            |   |
|----------------------------|---|
| Dar autonomia              | O professor dá ao aluno oportunidades para desenvolver o seu trabalho autonomamente, mas fornecendo o necessário suporte epistémico.          |
| Dar informação             | O professor fornece ao aluno algumas informações sobre os aspetos operacionais das tarefas.   |
| Valorizar epistemicamente  | O professor tem em consideração as ideias, esquemas, ações dos alunos, reconhecendo o seu valor epistémico (e.g., hipóteses, previsões, etc.) |
| Explicitar epistemicamente | O professor esclarece o estatuto epistémico do trabalho que o aluno realiza.  |

Tais ações constituem-se como importantes “movimentos epistémicos” (Kelly, 2014), uma vez que guiam o aluno, determinam o conhecimento a alcançar e as formas adequadas de o construir. Todas as categorias identificadas relativamente à mediação do professor são as que se apresentam na tabela 2.

No que concerne à compreensão do estatuto de mediador epistémico que as representações visuais podem assumir e a sua ligação com o desenvolvimento de trabalho epistémico por parte dos alunos, tivemos em atenção o facto de uma mesma representação visual poder ser usada para realizar operações como mudar de formato de representação, alterar a escala (e.g., passar da escala microscópica para a macroscópica) ou proporcionar diferentes formas de visualização de um dado conceito ou fenómeno. Aquilo que determina o estatuto que pode ser atribuído a uma representação visual, enquanto mediador, não é a sua forma ou função potencial, mas sim o modo como ela está a ser efetivamente usada por professores e alunos. Assim, identificámos e codificámos os excertos das narrações multimodais que continham evidências acerca dos momentos em que os alunos fizeram uso de “artefactos” que permitiram simbolizar um contexto, uma ideia ou um conceito científico (e.g., força, energia, ligação química), com recurso diferentes modos de linguagem (i.e., pictórica, gráfica ou diagramática), quer fossem estáticas ou dinâmicas, independentemente do grau de abstração e do meio em que eram veiculadas. Procurámos igualmente identificar os trechos das narrações multimodais que continham evidências acerca dos momentos em que a representação visual foi usada para informar, comunicar, ilustrar uma ideia ou conceito, mobilizando a sua dimensão de mediador simbólico, mas também os trechos em que surgiam evidências relativamente a outras operações de carácter material realizadas com essa representação, durante as quais os alunos mudaram a escala de observação ou manipularam a representação em causa para aceder a outros elementos que não eram imediatamente captados pelos sentidos.

**Tabela 3 - Categorias relativas ao estatuto com que os alunos fazem uso da representação visual**

| <b>Introdução e uso da RV</b>                   | <b>Breve definição</b>   |
|---|--|
| Introduzir RV sem estatuto de mediador (RV_SEM) | Por sua iniciativa o aluno apresenta uma RV, mas esta não é manipulada e trabalhada no âmbito da tarefa em curso, nem é usada para pensar, raciocinar, organizar dados, colocar em evidência relações entre conceitos ou para comunicar. |



|  |   |  |
|--|---|--|
| Introduzir e usar RV como mediador simbólico (RV_MS)   | Numa dada interação, o aluno recorre a uma RV para pensar, raciocinar, organizar dados, colocar em evidência relações entre conceitos ou para comunicar. É usada maioritariamente no âmbito dos processos sociais na sala de aula. Pode ser o aluno a apresentar a RV no contexto dessa interação ou a mesma ser proposta pelo professor.   | <b>Uso epistémico da RV (RV_ME):</b><br>Pode ocorrer no registo simbólico ou operacional (ou ambos) sempre que uma RV é manipulada e trabalhada no contexto da tarefa em curso, através de ações simbólicas ou materiais e tangíveis, que permitam novas formas de raciocínio, de comunicação, de visualização ou o acesso a aspetos inicialmente não disponíveis. |
| Introduzir e usar RV como mediador operacional (RV_MO) | Numa dada interação, o aluno recorre a uma RV e sobre ela exerce manipulações e ações de natureza material como, por exemplo, mudar a escala de observação, o nível de abstração ou o foco do observador. Permite outras possibilidades e ir mais longe em termos de construção do conhecimento. Pode ser o aluno a apresentar a RV no contexto dessa interação ou a mesma ser proposta pelo professor. |  |

Também identificámos excertos das NM que nos mostravam que nem sempre as representações visuais foram usadas com o estatuto de mediador epistémico, pois não foram manipuladas no âmbito dos processos sociais de construção de conhecimento na sala de aula. Por exemplo, houve excertos que nos indicaram que uma dada representação visual apenas foi usada para instigar o imaginário do aluno, através da função onírica, sem que o aluno tenha realizado qualquer operação a nível simbólico ou material com essa mesma representação. No entanto, outras houve em que além de instigar o imaginário do aluno, uma dada representação visual foi mobilizada para construir conhecimento e usada no contexto da comunicação, permitindo, por exemplo, a tradução para outro formato de representação através da sua observação e descrição em linguagem natural.

Foi atribuído a uma representação visual o estatuto de mediador epistémico sempre que esta foi usada pelos alunos para realizar ações e operações, simbólicas e/ou materiais, que permitiram aceder a estruturas e elementos relativos ao objeto representado, que não estavam diretamente acessíveis ou imediatamente disponíveis. Todas as categorias relativas ao modo como foram usadas as representações visuais estão elencadas na tabela 3, onde se explicitam as suas diferenças através de uma breve descrição.

Todas as práticas epistémicas que tiveram lugar nas aulas dos cinco professores em estudo foram contabilizadas, tendo em conta unidades letivas de 45 minutos, uma vez que a duração das aulas analisadas foi distinta. Do mesmo modo, foram contabilizadas as várias ações adotadas pelo professor no âmbito da sua mediação, assim como as ocorrências relativas à introdução



e ao uso das representações visuais, por parte dos alunos, com diferentes estatutos. Esses resultados são os que se apresentam na seção seguinte. Apresentaremos também exemplos do uso da representação visual com e sem estatuto de mediador epistémico.

## Resultados

Nas aulas analisadas, as representações visuais foram usadas com estatuto de mediador epistémico, mobilizando, maioritariamente, a dimensão de mediador simbólico, no âmbito dos processos sociais na sala de aula, essencialmente para informar, comunicar, organizar dados, realizar conversões de registo semiótico ou tornar evidentes relações entre conceitos. Em alguns casos, as ações adotadas no âmbito da mediação do professor proporcionaram aos alunos a oportunidade de usarem e manipularem as representações visuais para acederem a outros elementos que lhes permitiram ir mais além na construção de conhecimento. Nesses casos, o uso das representações visuais enquanto mediadores operacionais permitiu, por exemplo, mudar a escala de observação de um dado fenómeno, alterar o nível de abstração, fazer inferências, aceder a novas formas de visualização de um conceito ou fenómeno ou alcançar a compreensão acerca de elementos ou estruturas dos objetos representados que não estavam imediatamente disponíveis ou acessíveis.

Além das representações visuais que foram usadas e manipuladas com o estatuto de mediador epistémico, verificámos que, em alguns excertos das narrações multimodais, as evidências apontavam no sentido de que as representações, apesar de serem portadoras de conhecimento (uma vez que representam elementos ou estruturas de um dado objeto) não foram usadas para construir conhecimento ou para aceder a outros elementos ou estruturas para além dos representados (i.e., não foram usadas como mediadores). Houve representações visuais usadas apenas para instigar o imaginário dos alunos, reproduzir o real na sala de aula ou visualizar informação na forma gráfica, mas sem que os alunos ou professores tenham adotado nenhuma ação ou linguagem no sentido da construção de conhecimento científico na sala de aula, com base nessas mesmas representações.

Na tabela 4 apresentamos excertos das narrações multimodais relativas às aulas dos professores C e D, que são representativos de situações em que as representações visuais introduzidas pelo professor têm potencialidades epistémicas diferentes e nenhuma delas foi usada como mediador para construir conhecimento.

**Tabela 4 - Representações visuais que não foram usadas como mediadores epistémicos**

| Excerto da narração multimodal  | Comentário   |
|---|--|
| <p><b>Professor C – Aula 2 (Ano letivo 2007/2008)</b><br/>Após um diálogo sobre as transferências de energia entre o gelo e a pele o professor prossegue com referência a este esquema:</p> <div data-bbox="188 824 788 981" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">  <p>• A energia não se cria nem se destrói, transfere-se entre sistemas.</p> </div> <p>Figura 13 – 11º diapositivo apresentado nesta aula</p> <p>[...] “- uma fonte de energia vai transferir energia para um ...<br/>- recetor – dizem, em uníssono, professor e alunos. (32min;40s)<br/>- então é por isso que quando nós nos queimamos, depois a seguir vamos meter gelo. Isto é temos muita energia e depois o gelo tira-nos a energia – diz o Diogo Valente [...]”</p> | <p>Se o diagrama, que coloca em evidência a relação entre conceitos, tivesse sido construído com base no diálogo que se estabeleceu com os alunos tinha desempenhado funções epistémicas. Como foi apresentado aos alunos a meio desse diálogo, não foi mobilizador da construção de conhecimento, uma vez que os alunos se limitaram a repetir por palavras suas algo que o professor já havia introduzido. Os alunos apenas realizaram um aspeto rotineiro tarefa.</p> <p><b>Esta representação diagramática, que inclui palavras e signos indicativos das relações entre conceitos não foi usada com estatuto epistémico. Foi apenas usada com uma função de visualização da informação, complementando o que foi apresentado oralmente (função infográfica). Neste caso a representação visual assumiu um estatuto não epistémico.</b></p> |



## Professor D – Aula 1 (Ano letivo 2007/2008)



Figura 7 – acetato para ilustrar a propagação retilínea da luz

Diálogo entre professora e alunos com referência à imagem introduzida:

[...] “- está muito nevoeiro – disse a professora referindo-se à imagem e continuando a explicar que quando os raios de Sol se propagam através do nevoeiro nós vemo-los sempre em linha reta – então, eu quero que vocês registem ainda “a luz propaga-se em linha reta e propaga-se ... só numa direção ou em todas? – continuou a professora.

- em todas – responderam alguns alunos.

- em todas as direções – confirmou a professora, destacando a resposta do António (para o motivar), apesar de terem sido vários alunos a responder.” [...]

Como se infere pelo excerto, a professora apresentou a imagem, mas limitou-se a usá-la para captar a atenção para um aspeto particular (função comunicacional da representação visual).

A professora estava a fazer o ditado de uma definição, interrompeu-o para fazer referência à imagem e prosseguiu com o “seu” ditado.

Os alunos nada fizeram com a representação visual introduzida. Por isso ela não foi usada por eles com funções epistémicas.

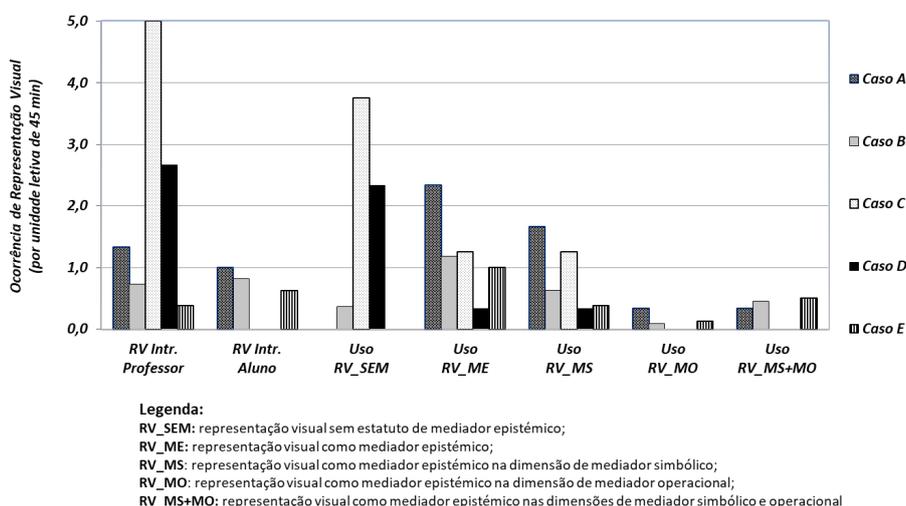
**Esta representação visual foi introduzida pela professora, mas não foi usada pelos alunos com funções epistémicas.**

A representação visual introduzida no caso C permitiu ao professor apresentar informação num formato que, ao contrário da escrita, pode ser lido globalmente e de forma não sequencial, o que se traduz numa economia percetiva e numa maior rapidez de processamento da informação. A apresentação de informação num formato visual auxilia a memorização, principalmente quando são incorporados diferentes signos para apresentar factos, conceitos e relações entre estes. Mas, neste caso, os alunos não mobilizaram a representação para construir conhecimento, com base no diálogo que estabeleceram com o professor. Este já a apresentou aos alunos depois de ele próprio a ter construído para apresentar factos e informações.

O diálogo que o professor estabeleceu com os alunos apenas deu a estes a oportunidade de repetir por palavras suas algo que o professor já havia introduzido. No caso do outro excerto apresentado a professora usa uma representação visual para, por um lado, instigar o imaginário dos alunos e, simultaneamente introduzir uma situação real na sala de aula, neste caso, a observação da propagação da luz no nevoeiro. Mas a professora apresentou apenas a imagem, introduzindo-a a meio do “ditado” que estava a fazer aos alunos e não deu tempo para que estes, de modo autónomo, identificassem quaisquer elementos representados. Foi ela

que chamou à atenção para o facto de os raios de Sol se propagam através do nevoeiro em linha reta. Os alunos não fizeram nada com a representação. Se a professora tivesse solicitado que os alunos observassem e descrevessem em linguagem científica as suas observações, esta já teria assumido o estatuto de mediador simbólico e os alunos teriam feito um uso epistémico da representação visual em causa.

Tendo em conta a introdução e uso de representações visuais nas aulas lecionadas por cada um dos professores em estudo elaboramos o gráfico que apresentamos na figura 1.



**Figura 1: Representações visuais usadas nas aulas analisadas e estatuto que assumiram.**

Apenas nas aulas dos professores A, B e E se registou a ocorrência de representações visuais elaboradas pelos próprios alunos e introduzidas por eles nas atividades em curso, sendo algumas delas elaboradas e apresentadas em formato de papel e lápis. Os professores C e D foram os que apresentaram aos seus alunos um maior número de representações visuais, daí que os valores de ocorrência por unidade letiva tenham sido bastante superiores aos dos restantes casos. Nas aulas do professor E o uso de representações visuais foi mais efetivo. Todas as representações visuais introduzidas, ainda que em menor quantidade que nos demais casos, foram usadas mais extensivamente, ou seja, foram usadas e manipuladas pelos alunos ao longo de mais tempo no âmbito das tarefas em curso. Há um menor número de representações visuais introduzidas, mas todas assumiram estatuto de mediador epistémico, em ambas as dimensões de mediador simbólico e operacional. Apenas nas aulas dos professores A, B e E se regista o uso de representação visual com estatuto de mediador epistémico nas dimensões de mediador simbólico e operacional.

Nas aulas dos professores C e D, apesar de a ocorrência de representações visuais introduzidas pelo professor em cada aula ter sido muito superior ao dos demais casos, poucas foram as que assumiram o estatuto de mediador epistémico e apenas mobilizando a dimensão simbólica,



maioritariamente para identificar, organizar dados, relacionar os elementos representados e comunicar. Além disso, nas aulas destes dois professores, os alunos não apresentaram por sua iniciativa qualquer representação visual no âmbito das atividades que realizaram. O uso enquanto mediador epistémico, no caso dos professores C e D, ocorreu apenas na dimensão de mediador simbólico. Também nas aulas destes professores (C e D) se regista um menor número de práticas epistémicas dos alunos, tal como se verifica na figura 2. Já nas aulas dos professores B e E, o número de práticas epistémicas dos alunos é superior ao registado nas aulas dos professores C e D. Nas aulas do professor A, o valor registado para a ocorrência de práticas epistémicas dos alunos é ligeiramente superior ao registado para os professores C e D, mas muito inferior ao registado nas aulas dos professores B e E.

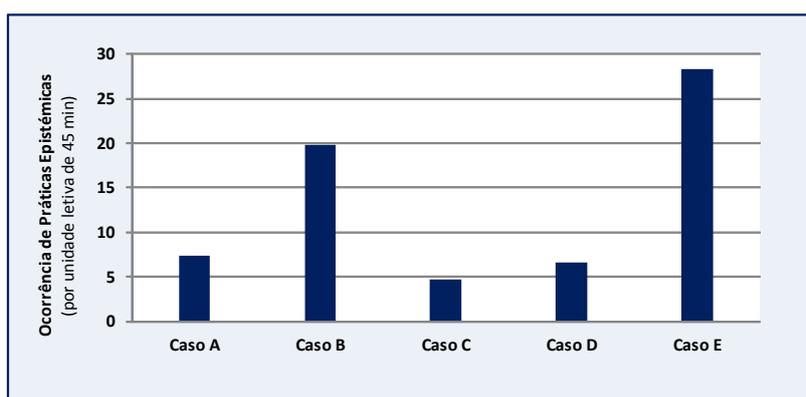


Figura 2: Práticas epistémicas dos alunos em cada um dos casos.

Tal como se pode verificar pela análise do gráfico da figura 3, os professores A, B e E adotaram ações com características similares entre si, porém distintas das adotadas pelos professores C e D, ainda que se verifiquem algumas ações comuns a todos, tal como se pode inferir pela informação contida no gráfico que apresentamos na figura 3. Verificamos que os professores A, B e E são os que adotam mais vezes ações como solicitar aspetos adicionais do trabalho em curso, dar autonomia ao alunos e sintetizar para reforçar as compreensões acerca do trabalho realizado. As ações de valorizar ou explicitar epistemicamente apenas se verificam nos casos correspondentes aos professores B e E. A ação de apresentar tarefas como desafio é comum a todos os professores, mas mais frequente no caso dos professores A e B.

Estes professores (C e D) são também os que apresentam mais tarefas alunos, no entanto, maioritariamente tarefas pouco adequadas ao desenvolvimento de práticas epistémicas, por não permitirem ao aluno ter o controlo sobre aquilo que necessita fazer. Sempre que a tarefa está formulada de forma ambígua ou pouco clara o aluno não percebe desde o início aquilo que dele é esperado como produto ou resposta.

As ações de ignorar ou desvalorizar do ponto de vista epistémico as iniciativas do aluno, assim como ser muito disperso na abordagem que faz das situações físicas ou "curto-circuitar" as

possibilidades de desenvolvimento de trabalho epistémico, dos alunos por ser demasiado interventivo, são mais frequentes nos casos dos professores C e D, embora esta última ação da mediação também se verifique no caso dos professores A e B, mas com menor incidência.

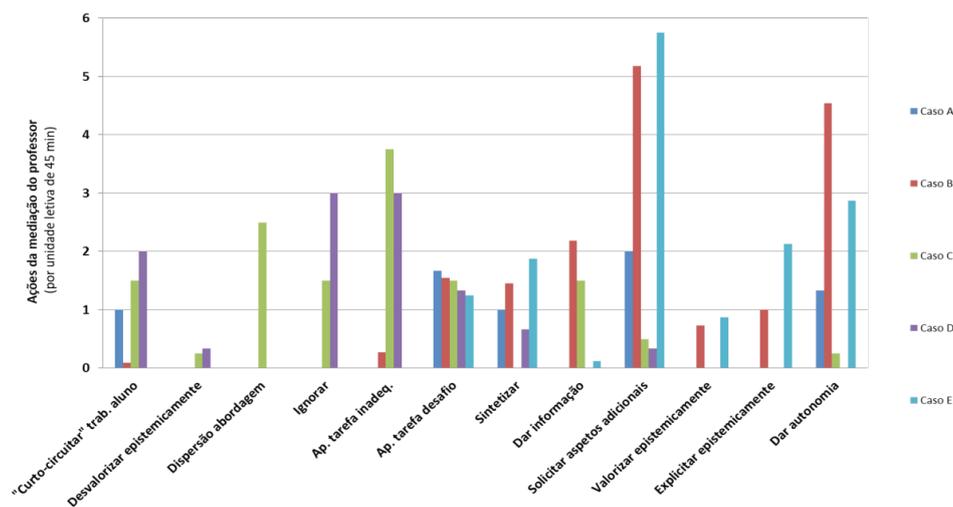


Figura 3: Ações da mediação adotadas pelo professor.

Verifica-se que a apresentação de uma tarefa inadequada (casos B, C e D) ou a apresentação de uma tarefa como desafio, mas que depois é "curto-circuitada" pelas intervenções sucessivas do professor (casos A, B, C e D), que não concede aos alunos a devida autonomia para realizarem sozinhos a tarefa proposta, são as que surgem associadas à quase não ocorrência de práticas epistémicas dos alunos. A incidência deste tipo de ação ("curto-circuitar" as iniciativas do aluno), que impede que os alunos sejam totalmente autónomos para concretizarem aquilo que lhes é solicitado pela tarefa proposta ou que apenas lhes permite desempenhar aspetos rotineiros dessa mesma tarefa, é maior no caso dos professores C e D.

## Discussão

O estatuto com que se usam as representações visuais na sala de aula não é unicamente determinado pelas características das representações visuais em si mesmas (i.e., tipo, formato, meio de veiculação ou grau de abstração) mas antes pelo modo como são usadas e mediadas na sala de aula.

A introdução de representações visuais na sala de aula que não assumem desde o início da tarefa o estatuto de mediador epistémico é algo que, tal como apontam os nossos resultados, dificilmente é alterado pelas ações da mediação do professor, em particular se estes forem demasiado interventivos, apresentarem demasiada informação aos alunos e não lhes



concederem autonomia e tempo para interagirem com essas representações. A necessidade de os alunos terem autonomia na sala de aula para poderem interagir com as representações visuais é um aspeto referido por outros autores (Avgerinou & Pettersson, 2011) como sendo crucial, pelo que as ações da mediação do professor devem ter isso em conta, para assim tirarem partido delas no sentido de contribuir para a melhoria das aprendizagens dos alunos.

Associado ao uso da representação visual sem estatuto de mediador epistémico surgem as ações de apresentar a tarefa de modo pouco adequado, alguma dispersão na abordagem das situações físicas, "curto-circuitar" as oportunidades do aluno desenvolver autonomamente os seus raciocínios, o ignorar epistemicamente e não atender às ideias mobilizadoras e às iniciativas dos alunos. Há ações da mediação que sustentam o estatuto de mediador epistémico com que os alunos usam as representações visuais. Estas ações são mais frequentemente adotadas pelos professores menos experientes. No entanto, não são exclusivas destes. Estes resultados estão em consonância com os apontados por outros autores (Chang & Linn, 2013) que referem que os professores mais jovens têm mais dificuldades em guiar as interações dos alunos com as representações visuais, ainda que o foco do seu trabalho fosse, neste caso, o uso das representações veiculadas com recurso a meios digitais.

O modo como os professores apresentam as representações visuais e as usam eles próprios, com o estatuto de mediadores epistémicos desde o início, aliadas ao facto de as introduzirem na sala de aula no contexto de tarefas apresentadas como um desafio, solicitarem aspetos adicionais e concederem aos seus alunos autonomia para exercerem uma série de ações e manipulações, permite que os alunos as usem maioritariamente com idêntico estatuto. Há também ações da mediação do professor que permitem que seja acrescentada a dimensão de mediador operacional quando já está a ser usada a dimensão de mediador simbólico. As ações da mediação associadas são apresentar a tarefa como desafio, solicitar aspetos adicionais, dar autonomia, explicitar o estatuto epistémico do trabalho em curso, dar informação sobre aspetos operacionais das tarefas (mas apenas em momentos chave, para não comprometer a autonomia do aluno e de modo a não ser demasiado interventivo), sintetizar para reforçar as compreensões conceptuais e introduzir outros artefactos mediadores.

Se as ações adotadas pelo professor não possibilitarem aos alunos desenvolver uma série de importantes ações com essas mesmas ações elas não são usadas para construir conhecimento na sala de aula. É necessário que o professor promova e encoraje as interações dos alunos com as representações visuais. Este aspeto é também referido por outros autores (Zangori, et al., 2015) ainda que, no caso particular da sua investigação o foco sejam as ações adotadas pelos professores para sustentar a construção de explicações científicas com base em modelos construídos pelos alunos, em particular modelos do ciclo da água.

## Conclusões

O estatuto epistémico que uma representação visual assume desde o início, desde que é introduzida, dificilmente se altera no decorrer da tarefa. O modo como o professor a apresenta a tarefa ao aluno e introduz a representação visual são determinantes na definição



e manutenção do estatuto epistémico que as representações visuais assumem logo desde o início. A apresentação de uma tarefa é a mais crucial ação da mediação adotada por um professor e aquela que mais influência tem no desenvolvimento do trabalho epistémico dos alunos. Do mesmo modo, verificámos que a apresentação de uma tarefa de modo inadequado, a existência de alguma dispersão na abordagem das situações físicas ou a tendência para ser demasiado interventivo e "curto-circuitar" o trabalho que deveria ser desenvolvido pelo próprio aluno são ações que não permitem aos alunos ter um aceitável controlo sobre o que necessitam de fazer com as representações visuais, tanto a nível simbólico, como a nível operacional, para poderem aceder a outros elementos ou estruturas que estão para além dos representados e assim construírem conhecimento na sala de aula.

## Referências

- Avgerinou, M. D., & Pettersson, R. (2011). Toward a cohesive theory of visual literacy. *Journal of Visual Literacy*, 30(2), 1-19.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Chang, H.-Y., & Linn, M. C. (2013). Scaffolding learning from molecular visualizations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(7), 858-886.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2010). *Research methods in education* (6th ed.). London: Routledge.
- Gelfert, A. (2016). Models as Mediators, Contributors, and Enablers of Scientific Knowledge. In A. Gelfert (Ed.), *How to Do Science with Models: A Philosophical Primer* (pp. 101-129). Cham: Springer International Publishing.
- Gouanelle, C., & Schneeberger, P. (1996). Utilisation de schémas dans l'apprentissage de la biologie à l'école: la reproduction humaine. *Aster*, 22, 57-86.
- Kelly, G. J. (2014). Inquiry teaching and learning: Philosophical considerations. In M. R. Matthews (Ed.), *Handbook of Historical and Philosophical Studies in Science Education*. (pp. 1363-1380). Netherlands.: Springer.
- Knuuttila, T. (2005). *Models as Epistemic Artefacts: toward a non-representationalist account of scientific representation*. Helsinki, Finland: Department of Philosophy, University of Helsinki
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva, A. A. (2010). *A model for effective teaching in science and technology (METILOST)*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Mottet, G. (1996). Images et activités scientifiques. Reintegrer l'image. *Aster*, 22, 3-13.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(4), 634-656.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Saraiva, E., Cunha, A. E., Santos, C. A., Lopes, J. B., & Cravino, J. P. (2012). Papel da mediação do professor na promoção de trabalho epistémico dos alunos durante o uso de simulações computacionais. In C. Portela & T. Peña (Eds.), *Física 2012 - Atas do XXII Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 51-58). Aveiro: Sociedade Portuguesa de Física.



- Stake, R. E. (2013). *Multiple case study analysis*. New York: Guilford Press.
- Wilson, A. A. (2013). A typology of actional operational modes in earth science and implications for science literacy instruction. *Science Education*, 97(4), 524-549.
- Wu, H.-K., & Puntambekar, S. (2012). Pedagogical affordances of multiple external representations in scientific processes. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 754-767.
- Zangori, L., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2015). Exploring the Effect of Embedded Scaffolding Within Curricular Tasks on Third-Grade Students' Model-Based Explanations about Hydrologic Cycling. *Science & Education*, 7(24), 957-981.